



① 日本国特許庁

公開特許公報

特 許 願

昭和49年 4月19日

特許庁長官 齊 藤 英 雄 殿 優先権主張
アメリカ合衆国
1973年4月20日
S.N. 353568

1 発明の名称
繊維補強等方性複合体

2 発明者

住 所 アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ローリング・
ヒルズ・エステイト、エンカント・ドライブ、9
氏 名 ボール・ティ・ネルソン

3 特許出願人

住 所 アメリカ合衆国、カリフォルニア州、レッド・ビ
ーチ、スペース・パーク、1
名 称 テー・アール・ダブリュ・インコーポレイテッド
代表者 テー・アール・ビー・コーポレーション
国 籍 アメリカ合衆国

4 代理人 千100

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目4番1号
丸の内ビルディング 4階
電話 (316) 3811 (代表)
氏 名 (3787) 弁護士 曾 祝 道 照

5 添付書類の目録

(1) 明 細 書 / 通
(2) 図 面 / 通
(3) 委 任 状 / 通
(4) 優先権証明書 / 通

特 許 庁

49. 4. 19

① 特開昭 50 - 12174

④ 公開日 昭50.(1975) 2. 7

② 特願昭 49-43499

② 出願日 昭49.(1974) 4. 19

審査請求 未請求 (全5頁)

庁内整理番号

⑤ 日本分類

2114 37

25(9)D/21.2

明 細 書

1 発明の名称

繊維補強等方性複合体

2 特許請求の範囲

一つの層が他方の層の上に積層状に配列され、それらの面が互に向い合つて一体の複合体構造に結合した4個の繊維補強層から成り、各層は補強繊維同志が互に平行に且つ各層の面に対しても大体平行に並んだ補強繊維を含有する固体の母材を含有し、数層の繊維は実質上(0/60/-60/60/0)の繊維配向に一致するように互に角度をなして配置されてなる、繊維補強等方性複合体。

3 発明の詳細な説明

この発明は高強度材料から成るミクロン寸法の繊維またはウイスキーが軽量低強度材料の母材中に配合されてなる種類の複合体の製作に関する。この発明により得られる複合体は前記繊維またはウイスキーの負の熱膨張特性、高強度および剛性と母体材料の高熱膨張特性および低

剛性とを組み合わせることによつて複合体の特
殊の望ましい性質を生ずる。

この発明による複合体の基本的概念は高強度の材料をそれより弱い母材中に埋設することから成る。普通使用する高強度材料は繊維、ウイスキーまたは連続した多結晶フィラメントである。ここに繊維とは直径対長さの比が1対10以上のミクロン寸法の直径の細長い粒子として定義する。この繊維材料は非結晶性でも、単結晶性でも或は多結晶性のものでよい。フィラメントはその直径の絶対値が繊維の直径より一桁程度大きい点で繊維とは異なる。

ウイスキーとは超高強度(1平方インチ当り10⁶ポンド以上(1cm²当り7×10⁶ニュートン以上))に寄与する高強度の結晶の完全性を備えた単結晶繊維であると定義する。ウイスキーはその生長の性質上短かいものであり、それらの断面積はミクロン範囲で、それらの長さ対直径の比は普通約200-10,000の範囲である。母材は金属、セラミックスまたはプラスチックである。

以下の記載から明らかになる如く、この発明の複合体の高強度補強材は繊維、フィラメントまたはウイスカーから成る。しかし記述の便宜上繊維、フィラメントおよびウイスカー間の寸法の差異は無視して、「繊維」なる用語を真の繊維、フィラメントおよびウイスカーを含む一般的な意味でこの明細書では使用する。

繊維による補強のための基本的原理は下記の通りである。臨界的な値の長さよりも大きい長さを持ち、印加される応力に対して適度に向向して並び、充分な強度を持つ繊維は複合体全体に負荷を一層効能よく分散させるのである。母材の補強は母材とそれらの繊維間のせん断応力の伝導によつて達成される。従つて複合体材料上の応力は母材との結合によつて隣接する複数繊維間に伝達される。母材の主たる役割は複数繊維に対する結合剤としての役割、および印加された負荷状態の下で一つの繊維から次の繊維に応力を移動させる手段としての役割を果たす。

上述した特質をもつ複合体は種々の繊維およ

び母材材料から造ることが出来る。この発明は主として補強用繊維が黒鉛繊維であり、母材材料がエポキシ樹脂である黒鉛/エポキシ複合体に関するものである。

繊維補強複合体業界において充分に理解されているように、複合体のある所定の平面内 (in-plane) 方向における複合体の最高引張り強さは該所定の方向に補強繊維を平行に並べることによつて得られる。若干の用途においてはその用途における負荷条件を満足させるために上記のような一方向の強さを持つだけで充分である。他方において複合体の多くの用途においては多方向或は平面内の全方向に対する高強度を持つ複合体が必要である。これは米国特許第 3,704,614 号に記載のように各層が層のある平面内の所定の方向に平行に並んだ繊維を持つ数層すなわち数プライの薄層複合体を造ることによつて達成できる。この数層中の繊維は複合体が平面内の多くの方向に高強度と剛性を示すように相対的に角度をなして回転し、或は場所

がずれている。

ある用途においては非常に重要な或は臨界的な複合体の他の物理的性質は寸法安定性である。この寸法安定性は温度変化に複合体がさらされた時に起る寸法変化の一つの尺度である。多くの用途は高度の寸法安定性をもつた、すなわち温度変化中寸法変化が非常に小さいか或は全く変化しない複合体を必要とする。このような高寸法安定性はもちろん高寸法安定性が望まれる平面内の方向において該安定性に対応して低熱膨張係数を持つことを必要とする。

繊維補強複合体業界において使用する「平面内等方性」および「平面内異方性」とは平面内の全方向における引張り強さおよび熱膨張係数のような複合体の性質の均一性または均一性の欠如を云う。真に等方性の複合体は複合体の平面内の全方向に性質が実質上均一であるものである。米国特許第 3,704,614 号に記載の交差積層複合体は明らかにある程度の等方性を有する。

この発明は最少数の繊維補強層を積層するこ

とによつて高度の等方性と実質上ゼロでありうる比較的低い熱膨張係数との両者を備えた改善された層状繊維補強複合体を提供するものである。一般的に云つて、複合体の等方性は米国特許第 3,704,614 号に記載のものと同様な交差積層技術によつて達成できる。すなわち複合体は多数の繊維強化層またはプライが互に向い合せて結合したものから成る。各層 (プライ) は相互に、および層の平面に大体平行に並んだ補強繊維を含有する固体の母材層から成る。数層中の繊維は交差して互に相対的に角度をなして位置を換えすなわち回転している。

この発明の一面によれば改善された複合体は 4 層から造られる。これらの 4 層中の繊維は (0/60/-60/40/0) の繊維の配向に従つて相対的に角度をなして向きを換えている。繊維の配向を命名するこの型式は繊維補強複合体技術において使用する標準の型式である。後で説明するようにこの命名法は第 1 層 (プライ) 中の繊維に対して各後続する複合層 (ブラ

1) の繊維角度を規定するものである。前述の記号すなわち命名によつて規定される繊維の配向により最少数の層(すなわち4層)で熱的および機械的等方性すなわち熱膨張、引張り強度および剛性の等方性が得られる。

この発明の他の特長によれば複合体はエポキシ樹脂母材と比較的低熱膨張率を得るために釣合うようにした炭素繊維とから造られ、この熱膨張率は数層の複合層すなわちプライ中の樹脂と繊維との割合を釣合わせることによつて事実上ゼロとなすことができる。

以下に図を参照してこの発明を説明する。

第1図および第2図に4個の繊維補強層/3を備えたこの発明による黒鉛/樹脂複合体/0を説明する。図に示す特別の複合体の場合には層/3は一面を他層の表面上に積層配置し、面と面とを向い合わせて結合して無垢のモノコック型積層物を形成する。これらの層を各々別々に図では/2-1~/2-6として名付ける。

第3図および第4図を参照すれば、各複合層

/3は固体の樹脂母材/4と該母材中に埋設した黒鉛補強材(繊維)/4とを包含する。樹脂母材/4は普通黒鉛/樹脂複合体に使用する任意のプラスチック樹脂から成るものでよい。

先行米国特許第3,704,664号において言及し且つ検討したように、複合体に使用する補強材は該補強材の寸法に依存して繊維またはウイスキーと云われる。この発明の複合体は複合体の層/3の補強材/4として繊維或はウイスキーの何れかを使用する。本明細書において「繊維」とは繊維、フィラメント、およびウイスキーを意味する広義の意味で使用するものであることが前記先行記載から起超されよう。

複合体層(繊維補強層)/3の各々における補強材/4である繊維は相互に概ね平行に、且つ各層の平面に対して概ね平行に配向され、母材/4全体に亘つて概ね均一に分布されている。層/3は慣用の任意の方法で造ることができ、或は別法として商業的に入手しうる予め含浸した複合シート(これは複合前には当然完全には

硬化してない)から造ることができる。

この発明の一面によれば、複合体/0の4個の層/3は第2図に示すように交サ積層して配置され、それによつて最少の層数で実質上すべての平面方向における等方性、すなわち複合体のすべての平面内方向において実質上均一な引張り強度、剛性および熱膨張係数を備えた複合体が提供される。先に述べたように、ここに説明する複合体の繊維の配向は標準繊維配向型式により(0/60/-60, /60/0)と命名される。

この命名法を理解するために第2図に示す繊維補強複合体/0を考えてみる。複合体の層/3は図に示すように上から下へ順次連続的に番号を付し、観察者に最も近い層が第1層/2-1/である。この第1層中の繊維/4は角度がゼロ度であると仮定する。上記繊維配向命名法による(0/60/-60, /60/0)の連続した数値は第1層中の繊維に対する他の連続複合層中の繊維の角度を規定するものである。こうしてこの発明の黒鉛/樹脂複合体/0の上述の命名

による繊維の配向は連続複合層/2-1~/2-6中で繊維が下記の角度をもつ複合体を記載するものである。

層の番号	第1層中の繊維に対する繊維の角度
/2-1/	ゼロ度
/2-2/	時計方向に60度
/2-3/	反時計方向に60度
/2-4/	時計方向に60度
/2-5/	ゼロ度

上述したように、この繊維の配向すなわち配列により最小数の層すなわちプライ数で非常に正確に実質上等方性の複合体が得られることを示したもので、前記最小の数は4である。

この発明の他の一面によれば、複合体/0が温度変化にさらされた時に非常に高度の熱安定性を示すように低膨張率の熱膨張係数となすことができるような低熱膨張係数を持つように設計できる。このことは樹脂母材/4の全断面積と各複合層/3中の黒鉛繊維/4の全断面積との比を試行錯誤法により、または「混合法則」

により、或は所望の熱膨張率をうるための他の分析手段によつて適当に釣合わせることによつて達成される。

この点について黒鉛繊維は縦長方向に負の熱膨張率および高ヤング率を持つが、一方エポキシ樹脂は正の高熱膨張率および非常に小さいヤング率を持つことは周知である。こうして複合体 10 の各層 12 は全繊維面積対全母材面積比を選択的に釣合わせることによつて比較的小さい熱膨張係数を持つように製作できる。更にもしこの比を正しく釣合わせると熱膨張係数はほぼゼロとなすことができる。上述し且つ図に示した繊維の配向は実質上平面内等方性複合体を生ずるから、非常に高度の平面内寸法安定性を持つように複合体を設計できる。問題とする方向に平行に並んだ繊維を備えた複合体の熱膨張係数は「混合物の法則」から誘導すれば大体下記のように表わすことができる。

$$\alpha_c = \frac{\alpha_m - \alpha_f}{1 + \frac{A_f E_f}{A_m E_m}} + \alpha_f \quad (\alpha_f > \alpha_m)$$

但し式中：

A_f 繊維の断面積

A_m 母材の断面積

E_f 繊維のヤング率

E_m 母材のヤング率

α_f 繊維の熱膨張係数

α_m 母材の熱膨張係数

α_c 複合体の熱膨張係数である。

α_c をゼロに等しくするためには、繊維の熱膨張係数が負でなければならないこと、およびある所定の繊維断面積に対して母材の横断面積がほぼ

$$A_m = - \frac{A_f E_f \alpha_f}{E_m \alpha_m}$$

でなければならないことを説明できる。

これはまた A_f が複合体の単位断面積内の繊維断面積である時には樹脂対繊維の比である所要の「樹脂含量」である。

※ 図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明による繊維補強複合体の斜

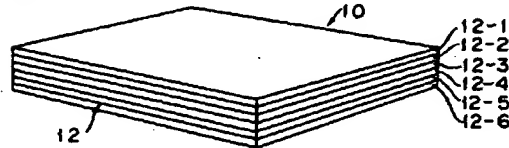
視図であり、第 2 図はこの発明による連続層から成る複合体の部分破断平面図であり、第 3 図は複合体の一つの層の拡大断面図であり、第 4 図は第 3 図の線 A-A 上の断面図である。

図中：

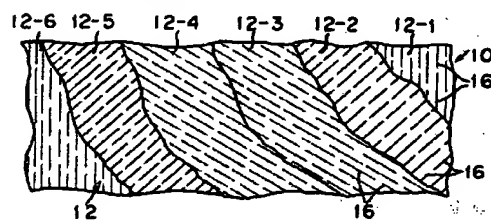
10・・・複合体 12・・・層（プライ）または繊維補強層
14・・・母材（樹脂母材）
16・・・補強材（繊維）。

特許出願人代理人 曾 我 達 黒

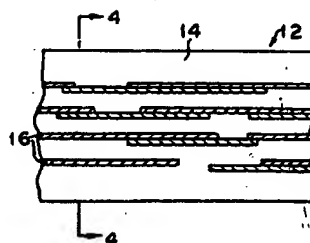
第 1 図



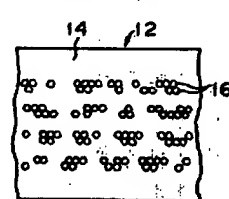
第 2 図



第 3 図



第 4 図



尚本願の発明の名称と優先権証明書記載の名称とは表示に於て一致を欠いてますが、実質的には同一内容を表示したものですから本証明書は此のまゝ御受理願います。